

**BETON POROUS, SEBAGAI ALTERNATIF BAGI PENANGANAN
LIMPASAN AIR HUJAN**
(Pervious Concrete As An Alternative Treatment For Storm water Runoff)

Oleh:

Diarto Trisnoyuwono, ST., MT.

Abstrak

Beton non pasir tergolong beton ringan, karena tidak atau sedikit menggunakan agregat halus (pasir) dalam campurannya. Oleh sebabnya beton ini memiliki pori antar agregat yang besar sehingga karakteristiknya berbeda sama sekali dengan bahan beton pada umumnya yang bersifat kedap, beton non pasir bersifat permeabel (mudah melewatkan air), berdasarkan penelitian kuat tekannya berkisar antara 4MPa - 30 MPa dengan kadar rongga (*void content*) 15% – 25 %. Oleh karena sifatnya yang unik, jenis beton ini sudah luas diaplikasikan di beberapa Negara sebagai alternative bahan perkerasan jalan, dinding penahan dan bahan dinding rumah/gedung, sedangkan di Indonesia telah diteliti dan diaplikasikan diantaranya sebagai batako ringan, buis beton, perkerasan jalan sampai barang – barang kerajinan dengan variasi penggunaan bahan agregat kasar (batu apung, batu kali, pecahan genteng dan pecahan bata).

Kata kunci :Jalan,Perkerasan Permeabel, Beton Non Pasir

Abstract

No-fines concrete was classified as a lightweight concrete, because without or with little use of fine aggregate in the mixture. So this concrete has large pores between aggregates so that its characteristics are totally different from the concrete materials that are generally impermeable, no-fines concrete is a porous concrete (easy pass water), based on research compressive strength ranges from 2.8 MPa - 28 MPa with void content ranges from 15% - 25%. Because of its unique nature, this type of concrete has been widely applied in some countries as an alternative to road pavement materials, retaining walls and wall material house / building, while in Indonesia have been studied and applied them as a light brick, concrete tube, pavement and the goods - craft items with variations in the use of coarse granular material (pumice, stone, tile fragments and brick fragments).

Keyword:RoadPavement, Permeability, No-Fines Concrete

**GENANGAN AIR, MASALAH KLASIK
YANG SELALU BERULANG**

Genangan air menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan jorok, menjadi sarang nyamuk, dan sumber penyakit lainnya, sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan, dan

kesehatan Masyarakat. Genangan air tersebut merambah daerah pemukiman penduduk dan jalan-jalan perkampungan, yang menimbulkan pemandangan kurang baik. Sementara itu di daerah pemukiman penduduk yang lebih mampu dari segi ekonominya berlomba-lomba mempertinggi halaman dan lantai rumahnya karena khawatir menjadi pengalihan limbah genangan air.

Kasus-kasus semacam ini, baik yang bersifat perorangan ataupun yang

bersama-sama dalam suatu kompleks, akan membuat bagian yang lebih rendah makin banyak dan makin lama mendapat genangan air, saluran-saluran drainase yang tidak normal juga memperlambat genangan-genangan ini untuk mengalir kembali ke posisi semula meskipun air laut sudah surut.

Persoalan genangan air ini menimbulkan dampak negatif yang tidak bisa diabaikan karena menyangkut kerugian dan penderitaan yang bersifat non fisik maupun fisik, sebagai contoh adalah dampak genangan air terhadap sarana infrastruktur kota, sebagian besar ruas-ruas jalan yang tergenang air mengalami kerusakan parah, sehingga mengganggu aktivitas lalu lintas di ruas jalan tersebut. Dari segi kesehatan jelas genangan air ini memberi pengaruh negatif yang besar pula, seperti : penyakit gatal-gatal, genangan air sebagai tempat bersarangnya nyamuk yang bisa menyebabkan penyakit malaria ataupun demam berdarah. Buangan limbah masyarakat di saluran terbuka menambah kekumuhan di daerah saluran-saluran drainase yang tidak bisa mengalir, belum lagi ditambah septictank yang akan segera penuh air, sehingga tidak bisa berfungsi dan menimbulkan pencemaran.

Keadaan yang seperti ini memerlukan upaya penanganan yang cukup serius, ditambah lagi persoalan genangan air merupakan suatu persoalan teknis dan non teknis yang sangat kompleks dan rumit, meskipun demikian tentunya harus ada langkah kongkret untuk menangani permasalahan di atas. Untuk itu harus dipikirkan bagaimana cara mengatasi banjir dan genangan air sehingga tidak membawa dampak lebih buruk yaitu terhambatnya perkembangan perekonomian dan sosial budaya masyarakat.



Gambar 1. Masalah genangan air yang menjadi masalah rutin masyarakat

APA ITU BETON POROUS

Beton porous adalah beton tipe khusus dengan sifat permeabilitas yang tinggi, bobotnya yang ringan dan tidak/sedikit menggunakan butiran halus. Karena sifatnya tersebut, beton jenis ini dapat diaplikasikan sebagai lapis perkerasan yang memungkinkan air hujan atau air limpasan lainnya di permukaan untuk melewatinya, sehingga dapat mengurangi genangan sekaligus dapat menaikkan muka air tanah. Sifat porositas tinggi tersebut dapat dicapai karena adanya kandungan rongga yang saling berhubungan.

Pada umumnya beton porous ini sedikit atau tidak menggunakan sama sekali agregat halus, kemudian pasta semen yang ada hanya dibutuhkan untuk menyelimuti butiran agregat kasar, oleh sebab itu tercipta kondisi rongga antar agregat yang saling terkoneksi. Beton porous dapat diaplikasikan di area parkir, jalur jalan dengan lalu lintas ringan, trotoar pejalan kaki serta permukiman yang berwawasan lingkungan. Sehingga teknologi beton ini dapat mendukung isu pembangunan berkelanjutan yang menjadi trend di banyak Negara.

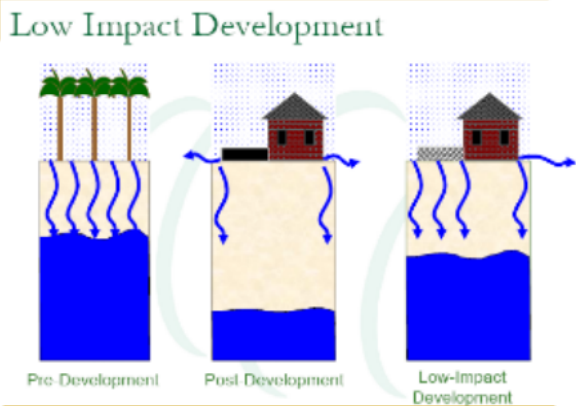


Gambar 2. Karakteristik porositas air dari beton

porous

MENGAPA HARUS MENGGUNAKAN BETON NON PASIR

Beton porous apabila diaplikasikan sebagai lapis perkerasan dapat berperan dalam mengurangi timbunan polutan di permukaan (sebagai saluran pembilas) serta pengendalian limpasan air hujan. Genangan air yang berlebihan di ruas jalan dapat mengakibatkan pemicu terjadinya kemacetan dan membahayakan pengguna jalan, atau apabila terjadi di lingkungan pemukiman berdampak terhadap kesehatan dan aktivitas sehari-hari masyarakat. Satu-satunya usaha yang selama ini diterapkan adalah dengan membangun sistem drainase jalan atau pemukiman yang berkonsekuensi terhadap biaya yang harus dikeluarkan untuk pembangunan dan pemeliharaan.



Gambar 3. Penggunaan teknologi beton porous mendukung recharge system

Beton porous dapat mengurangi genangan atau aliran air dari permukaan lapisan yang kedap (lapis permukaan berbahan aspal dan beton), sehingga dapat mengurangi kebutuhan terhadap saluran drainase atau memungkinkan penggunaan saluran drainase dengan

kapasitas yang lebih kecil. Hal tersebut berdampak terhadap efisiensi biaya pengelolaan limpasan air hujan.

Beton porous juga secara alami akan menyaring air hujan dengan demikian konsentrasi material polutan yang biasanya terbawa masuk ke dalam saluran drainase, waduk maupun aliran sungai dapat dikurangi. Sifat beton yg dapat tembus air memungkinkan air hujan untuk menyusup masuk ke tanah dalam wilayah yang luas, hal ini berdampak baik untuk menjamin kelestarian ketersediaan air tanah masyarakat (recharge system). Semua manfaat ini akan berdampak pada penggunaan lahan yang lebih efektif. Beton porous juga dapat membantu kesuburan pohon-pohon khususnya di daerah perkotaan / kawasan pemukiman, seperti diketahui bersama bahwa pada wilayah-wilayah tersebut hampir tidak tersisa permukaan tanah yang terbuka sebagai daerah resapan karena telah tertutup rapat oleh lapisan aspal dan beton yang kedap, dengan penggunaan beton porous, air maupun udara dapat bebas berfiltrasi masuk ke sistem perakaran yang memungkinkan pohon untuk berkembang lebih baik.

Protecting Trees



Gambar 4. Beton porous membantu kelestarian lingkungan

Table 3: Typical mix design of Pervious Concrete (with 10mm aggregates, No Sand), used in Holcim Singapore in a real project

Materials	Proportions (Kg/m ³)
Cement (OPC or blended)	300-400
Aggregate (10mm)	1026
Water: cement ratio (by mass)	0.3-0.4
Fine: coarse aggregate ratio (by mass)	0
Admixtures: retarder 300 ml per 100 kg cement super plasticizer 800 ml per 100 kg cement	

Achieved Compressive Strength

28 day cube strength = 20 MPa

BAGAIMANA MEMBUAT PERKERASAN DARI BETON NON PASIR

Seperti halnya konstruksi perkerasan yang menggunakan beton konvensional, tanah dasar perlu dipersiapkan dengan baik. Tanah dasar harus benar dipadatkan karena akan memberikan hasil yang seragam dan kestabilan permukaan. Apabila lapisan beton porous ditempatkan langsung di atas tanah berpasir atau berkerikil dianjurkan untuk memadatkan tanah dasar sampai mencapai angka kepadatan maksimum 92-96 % (ASTM D 1557).

Jika tanah dasar berupa tanah berlumpur atau tanah liat, tingkat pemadatan akan tergantung pada spesifikasi dari desain perkerasan dan mungkin harus diberikan lapisan pondasi agregat bergradasi terbuka terlebih dahulu. Biasanya digunakan geo textile untuk memisahkan lapisan tanah berbutir halus dengan lapisan agregat kasar di atasnya. Selanjutnya tanah yang memiliki potensi kembang susut, harus diperhatikan agar tidak dipadatkan secara berlebihan (overcompact). Lapisan tanah dasar sebaiknya dalam keadaan lembab sebelum penghamparan adonan beton di atasnya, selain itu kemiringan melintang konstruksi jalan harus diperhatikan serta dipadatkan dengan baik. Tanah dasar yang cukup lembab juga dimaksudkan agar beton porous tidak mengalami pengeringan yang terlalu cepat

(memperlambat waktu setting beton).

Rasio penggunaan air dengan bahan semen (w/c) berkisar antara 0,35 - 0,45 dengan kadar rongga (void content) 15% - 25 %. Campuran terdiri dari semen portland, agregat kasar dan air dengan sedikit atau tidak ada agregat halus. Tambahan sedikit agregat halus dimaksudkan untuk mengurangi void content serta meningkatkan kekuatan beton, yang mungkin diinginkan dalam situasi tertentu. Bahan campuran beton porous ini sensitif terhadap perubahan kadar air, sehingga penyesuaian/control yang ketat terhadap tingkat keenceran campuran (workability) di lapangan perlu dilakukan. Penggunaan takaran air yang tepat sangat penting, terlalu banyak air akan menyebabkan segregasi, dan jika air terlalu sedikit akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan dan penuangan dari concrete mixer. Kadar air campuran yang terlampaui rendah juga akan menghambat proses curing dari beton karena semen kekurangan air untuk berhidrasi/mengeras yang berakibat pada kelekatan antar butiran yang lemah (pelepasan butiran agregat beton). Campuran yang proporsional dapat diketahui dari penampilannya yang nampak basah - metallic atau kemilau.

Aggregate Angularity



Gambar 5. Agregat hasil pemecahan mekanis dan kerikil alam dengan bentuk permukaan bersudut dapat digunakan sebagai bahan beton porous

Correct consistency



Gambar 8. Adonan dengan kadar air yang proporsional

Too dry – raveling



Gambar 6. Adonan dengan kadar air terlampau sedikit, berpotensi raveling

Too wet or excess paste - sealed



Gambar 7. Adonan dengan kadar air berlebihan

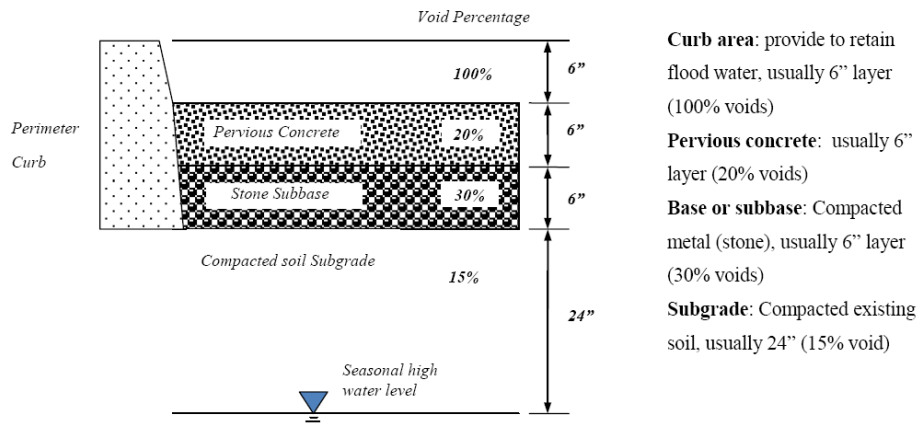
Beton porous dapat dicor di tempat dengan menggunakan acuan cetakan (begesting). Jarak penuangan campuran dari kendaraan pengangkut harus diatur untuk memperoleh ketebalan padat yang sesuai. Selanjutnya segera diratakan tumpukan campuran tersebut dengan screed roller dan kemudian dipadatkan dengan pemadat jenis hand vibro. Pemadatan ini dimaksudkan untuk memperoleh ikatan yang kuat antara pasta dan agregat, agar diperoleh permukaan yang halus/rata, tetapi pemadatan yang berlebihan akan berakibat pada berubahnya void content. Proses pemadatan ini harus segera dilakukan setelah campuran diratakan dengan screed roller.

Permukaan perkerasan beton porous harus diberi celah sambungan (space joint) sama seperti aturan dalam membuat slab beton konvensional dengan sedikit pengecualian. Pengurangan secara signifikan penggunaan air dalam adonan beton segar, berakibat penyusutan bahan ketika mengeras juga akan berkurang secara signifikan, dengan demikian dapat mencegah celah sambungan menjadi lebih lebar. Pembuatan space joint dapat

dilakukan dengan alat yang telah ditentukan atau alat sederhana yang dibuat sendiri yang mampu membuat space joint dengan cepat sebelum adonan beton segar mengeras.

Setelah permukaan beton selesai dikerjakan, sebaiknya dirawat (*curing*) secara tepat tujuannya adalah untuk memperoleh integritas struktural beton porous yang baik, memastikan hidrasi

pasta semen yang cukup agar tercapai kekuatan ikatan antar agregat untuk mencegah pelepasan butiran (*raveling*). Curing harus dimulai dalam jangka waktu 20 menit setelah beton dikerjakan dan dilanjutkan sampai 7 hari. Lembaran plastik biasanya digunakan untuk proses *curing* beton porous yaitu dengan cara dihindarkan di atas permukaan beton.



Gambar 9. Penampang lapis perkerasan beton porous untuk penanganan limpasan air hujan

Adequate Crew



Gambar 10. Ketersediaan personil yang cukup menjamin pelaksanaan yang baik

Filter Fabric if Specified



Non-woven geotextile fabric

Gambar 12. Pemasangan geotextile untuk mencegah bercampurnya butiran halus tanah dengan lapisan beton di atasnya

Site Preparation - Compaction



Gambar 11. Pemadatan tanah dasar

Base Preparation



Gambar 13. Penyiapan lapis pondasi atas (pemadatan dan memberi kelembaban yang cukup pada base)

Mix evaluation



Gambar 14. Uji konsistensi campuran

Mixer Discharge



Use only one chute section

Gambar 15. Penuangan campuran

Spreading Concrete



Gambar 16. Penghamparan campuran beton porous

Riser Strips (2-Step Placement)



10mm Riser Strips

Gambar 17. Bekisting/acuan

Static Roller (2-Step Placement)



Gambar 18. Perataan permukaan beton dengan alat static roller

No Riser Strip (1-Step Placement)



Gambar 19. Alat pemadat dan perata tanpa membutuhkan acuan/bekisting

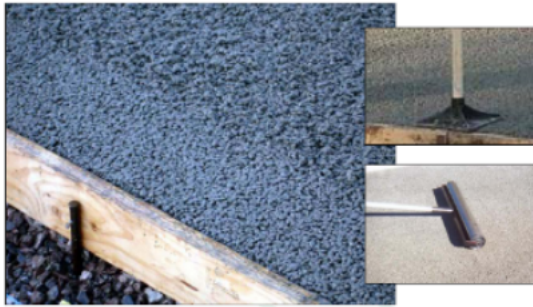
Jointing



Joint Roller

Gambar 22. Pembuatan celah sambungan

Compact the Edges



Gambar 20. Pemadatan tepi perkerasan.

Cross Rolling



Gambar 23. Perataan permukaan arah melintang di atas lembaran plastic

Edging



Gambar 21. Perapihan tepi perkerasan

Moist Cure



Cure with 6 mil plastic
Cover within 20 minutes
Secure edges of plastic
For at least 7 days

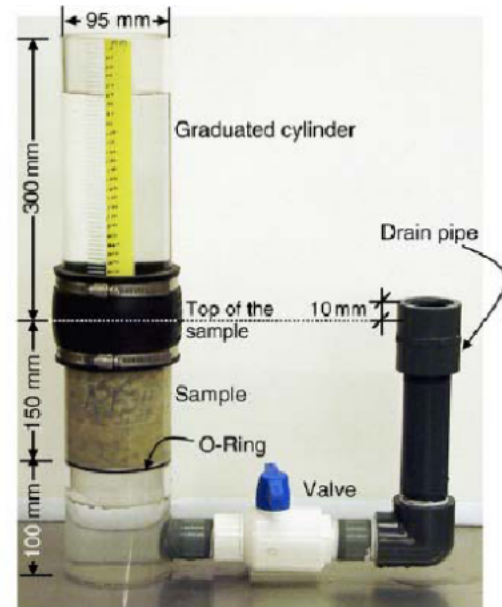
Gambar 24. Proses perawatan beton

BAGAIMANA MENGUJI DAN MEMERIKSA HASIL PEKERJAAN PERKERASAN BETON NON PASIR

Beton porous dapat dirancang untuk mencapai kekuatan tekan mulai dari 2,8 - 28 MPa meskipun kekuatan 2,8 - 10

Mpa lebih umum dicapai. Mutu kekuatan tekan beton porous, sebenarnya bukanlah tujuan utama yang harus dicapai, karena yang lebih utama dan menjadi ciri khasnya di sini adalah kadar pori beton (*void content*). Penilaian mutunya biasanya didasarkan pada itu *density* (kepadatan – dalam satuan berat) produk lapis permukaan tersebut di lokasi, toleransi kepadatan beton segar adalah $\pm 80 \text{ kg/m}^3$. Nilai kepadatan ini harus diverifikasi melalui uji lapangan. Kepadatan segar (satuan berat) beton porous diukur dengan menggunakan metode *jigging*, tahapan selengkapnya dapat dibaca dalam ASTM C 29. Pengukuran nilai slump dan pengujian kadar rongga udara udara tidak perlu dilakukan. Jika beton porous diaplikasikan untuk lapis permukaan jalan dengan tujuan untuk mengatasi genangan air, dalam proses perancangan dan produksinya harus dipastikan bahwa fungsi/karakteristik porositas beton dapat tercapai. Ketebalan padat untuk lapis permukaan perkerasan beton porous adalah 20-60 cm di atas lapisan pondasi atas ari agregat bergradasi terbuka.

Dalam masa operasionalnya, konstruksi lapis perkerasan beton porous harus dibersihkan secara teratur untuk mencegah penyumbatan. Pembersihan dapat dilakukan dengan cara vakum atau semprotan air tekanan tinggi. Meskipun beton porous dan lapisan tanah dasar memberikan kemampuan filtrasi yang sangat baik, tidak semua kontaminan dapat tersaring. Dalam rangka menjaga kualitas air tanah, dianjurkan dilakukan pengujian berkala terhadap kualitas air hujan maupun aliran air permukaan.



Gambar 25. Alat uji permeabilitas beton

Water Flushing



Gambar 26. Proses perawatan/pembersihan konstruksi dalam masa layan

Testing Permeability



ASTM C1701

Gambar 27. Uji permeabilitas beton

DAFTAR PUSTAKA

NRMC, 2004, Concrete in Practice – what, why, how (CIP 38-Pervious Concrete), USA.

NRMCA, 2010, *Pervious Concrete and Construction (International Concrete Sustainability Conference Dubai, December 2010)*, USA

